

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP
ENGENHARIA CIVIL**

ECONOMIA DE RECURSOS NA CONSTRUÇÃO DE MORADIAS POPULARES

**ALEXANDRE DA SILVA SCHMIDT
WILLY DE OLIVEIRA FERRAZ
JAEK XAVIER DE LUCENA
JUAN VICTOR CORREA**

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2023**

ALEXANDRE DA SILVA SCHMIDT

WILLY DE OLIVEIRA FERRAZ

JAEK XAVIER DE LUCENA

JUAN VICTOR CORREA

ECONOMIA DE RECURSOS NA CONSTRUÇÃO DE MORADIAS POPULARES

*Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Campo Limpo Paulista – UNIFACCAMP,
como requisito para a obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.*

Orientador: Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Coordenador: Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2023**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP
ENGENHARIA CIVIL**

ECONOMIA DE RECURSOS NA CONSTRUÇÃO DE MORADIAS POPULARES

RA 30124 – Alexandre da Silva Schmidt

RA 29954 – Willy de Oliveira Ferraz

RA 29978 – Jaelk Xavier de Lucena

RA 29901 – Juan Victor Correa

Orientador: Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Banca Examinadora:

Prof.

Convidado

Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Orientador

Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Coordenador

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2023**

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a Deus, fonte inesgotável de sabedoria, força e inspiração. A Ele, que nos guiou e nos deu a perseverança para concluir esta jornada, expressamos nossa gratidão.

Aos nossos familiares, que sempre estiveram ao nosso lado, apoiando-nos com amor e compreensão, agradecemos por serem nosso porto seguro.

À nossos grandes orientadores, Professor Paschoal Perdão Junior e Professor Francisco Coelho de Oliveira, professores cuja orientação, paciência e conhecimento foram fundamentais para o sucesso deste projeto, manifestamos nossa sincera gratidão.

Este trabalho é dedicado ao compromisso com o aprendizado, à paixão pelo conhecimento e a determinação em superar desafios. Que este seja o início de muitas outras conquistas em nossa jornada profissional.

Em nome de nosso grupo, agradecemos a todos que fizeram parte desta trajetória e contribuíram para o sucesso deste TCC.

Que o Senhor nosso Deus abençoe a todos.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus e as nossas famílias por seu amor incondicional, apoio inabalável e compreensão durante os momentos de intensa dedicação a este projeto. Suas palavras de encorajamento e paciência foram fundamentais para nossa perseverança.

Somos gratos ao professor Francisco Coelho que nos transmitiu aquilo que um dia aprendeu, e ao professor Pós Dr Paschoal Perdão Junior pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho através de sua orientação. Suas expertise e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos também aos professores que contribuíram com seus conhecimentos, enriquecendo nossa compreensão do tema.

Por fim, agradecemos uns aos outros como membros deste grupo. Cada um de nós trouxe competências, comprometimento e trabalho duro para este projeto.

Em nome de nosso grupo, agradecemos a todos que fizeram parte desta trajetória e contribuíram para o sucesso deste TCC.

Que o Senhor nosso Deus abençoe a todos.

EPÍGRAFE

"Tudo o que fizerem, façam de todo o coração, como para o Senhor, e não para os homens."
Colossenses 3:23."

RESUMO

A execução de obras de moradia popular apresenta-se deficiente no Brasil, já que os orçamentos são muito restritos, visto serem obras de baixo custo e com necessidade de gestão que garanta o mínimo de erros na construção civil. De modo a atingir tal objetivo, de redução de custo e fácil gestão da obra, as empresas têm buscado otimizar e industrializar o processo construtivo, com técnicas cujos processos são facilmente domináveis, repetitivos e que apresentem vantagens. Para tanto uma opção e a busca por materiais que busquem tais recursos a fim de otimizar a construção civil, saindo mais benéfica. Este trabalho apresentará o sistema, indicando os custos, procedimentos executivos e alternativas de otimização.

Palavras chaves: Comparativo, Orçamento, Déficit Habitacional, Habitação Popular, Paredes de Concreto, Otimização.

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| BDI | Benefícios e Despesas Indiretas |
| BID | Banco Interamericano de Desenvolvimento |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INCC | Índice Nacional de Custo da Construção |
| NBR | Norma Brasileira |
| PMCMV | Programa Minha casa, Minha Vida |
| PNUD | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento |
| SINAPI | Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil |
| UH | Unidade Habitacional |
| VGv | Valor Geral de Venda |

*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos..... | 16 |
| Figura 2 – Marcação da primeira fiada..... | 19 |
| Figura 3 – Assentamento de tijolos..... | 20 |
| Figura 4 – Encunhamento de alvenaria..... | 21 |
| Figura 5 – Paredes de concreto moldadas in loco..... | 24 |
| Figura 6 – Etapas do Radier..... | 28 |
| Figura 7 – Radier..... | 29 |
| Figura 8 – Fôrmas de alumínio..... | 32 |
| Figura 9 – Fôrmas de alumínio já executadas..... | 34 |
| Figura 10 – Armadura da parede de concreto..... | 36 |
| Figura 11 – Armadura da parede de concreto..... | 36 |
| Figura 12 – Instalação elétrica..... | 38 |
| Figura 13 – Pontos Iniciais de Concretagem..... | 40 |
| Figura 14 – Acabamento das Paredes..... | 41 |
| Figura 15 – Planta baixa..... | 46 |
| Figura 16 – Vista frontal..... | 46 |
| Figura 17 – Vista lateral..... | 47 |
| Figura 18 – Conjunto habitacional..... | 47 |
| Figura 19 – Orçamento simplificado de parede de concreto armado moldado in loco, para cada unidade habitacional..... | 48 |
| Figura 20 – Orçamento simplificado de alvenaria de vedação por bloco cerâmico, para cada unidade habitacional..... | 49 |
| Figura 21 – Cronograma executivo de paredes de concreto armado moldado in loco, para cada unidade habitacional..... | 52 |
| Figura 22 – Cronograma executivo de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, para cada unidade habitacional..... | 52 |

Sumário

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1. Objetivo geral..... | 13 |
| 1.1.1. Objetivos específicos..... | 13 |
| 1.2. Problema..... | 14 |
| 1.3. Justificativa | 14 |
| 1.4. Metodologia..... | 15 |
| 1.4.1. Metodologia Científica..... | 15 |
| 1.4.2. Metodologia do projeto..... | 16 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 17 |
| 2.1. Sistema construtivo em alvenaria de vedação em blocos cerâmicos | 17 |
| 2.1.1. Materiais utilizados no processo | 18 |
| 2.1.2. Processo executivo | 19 |
| 2.1.2.1. Marcação..... | 19 |
| 2.1.2.2. Assentamento | 20 |
| 2.1.2.3. Encunhamento | 21 |
| 2.1.3. Vantagens e desvantagens..... | 22 |
| 2.1.4. Custos | 23 |
| 2.2. O sistema de paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> | 24 |
| 2.2.1. Preparação do terreno..... | 26 |
| 2.2.2. Fundação..... | 27 |
| 2.2.2.1. Radier..... | 28 |
| 2.2.3. Formas | 31 |
| 2.2.4. Armadura | 35 |
| 2.2.5. Instalações..... | 38 |
| 2.2.6. Concretagem | 39 |
| 2.2.7. Desforma, limpeza e acabamento..... | 41 |
| 2.2.8. Vantagens e desvantagens..... | 42 |
| 2.2.9. Ocorrências Problemáticas no Sistema | 43 |
| 3. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO PARA HABITAÇÃO POPULAR | 45 |
| 3.1. Critérios para elaboração do projeto | 45 |
| 3.2. Desenvolvimento do projeto arquitetônico | 46 |
| 3.3. Comparativo: Sistema de paredes de concreto moldado <i>In loco</i> e alvenaria de vedação de blocos cerâmicos..... | 49 |

| | |
|--|----|
| 3.3.2. Cronograma de execução | 51 |
| 4. OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS..... | 54 |
| 4.1. Paredes de concreto moldadas in loco..... | 54 |
| 4.2. Paredes de alvenaria convencional..... | 56 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 57 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 59 |

1. INTRODUÇÃO

A questão habitacional é uma preocupação constante em muitas nações ao redor do mundo, sendo especialmente desafiadora em países em desenvolvimento, como o Brasil. O déficit habitacional persistente é um problema que afeta diretamente a qualidade de vida e o bem estar de milhões de brasileiros. Conforme a população urbana cresce e as demandas por habitação acessível aumentam, surge a necessidade de repensar e otimizar a construção de casas populares, não apenas para atender à demanda crescente, mas também para garantir a sustentabilidade ambiental, social e econômica a longo prazo.

O Brasil enfrenta um déficit habitacional expressivo, com inúmeras famílias vivendo em condições precárias, sem acesso a moradias adequadas. Esse desafio é complexo e envolve diversos fatores, incluindo o crescimento populacional, a urbanização desordenada, a falta de políticas habitacionais eficazes e a distribuição desigual de renda. A questão habitacional não é apenas uma preocupação de natureza social, mas também econômica e ambiental, pois impacta significativamente os recursos naturais, as infraestruturas urbanas e a qualidade de vida das comunidades.

Este trabalho se propõe a trabalhar a relação entre o déficit habitacional no Brasil e a necessidade de otimizar os recursos na construção de casas populares. Busca-se não apenas compreender os desafios enfrentados, mas também identificar estratégias e soluções viáveis que possam contribuir para a diminuição desse problema

Este estudo explora como a otimização de recursos na construção de habitações populares pode representar um passo crucial na direção de uma sociedade mais igual e sustentável. Através da análise de práticas construtivas eficientes.

Nesse contexto, é fundamental considerar não apenas a quantidade de habitações a serem construídas, mas também a qualidade das moradias, a acessibilidade, a inclusão social e a preservação ambiental. A otimização de recursos na construção de casas populares é um desafio complexo, mas essencial, que

demanda uma abordagem interdisciplinar e o comprometimento de todos os setores da sociedade.

Ao longo deste trabalho identificaremos práticas bem-sucedidas em otimização de recursos na construção de moradias populares e exploraremos possíveis caminhos para uma abordagem mais eficaz e sustentável para a questão habitacional no Brasil.

1.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo estudar e comparar os custos de uma metodologia construtiva ideal para construções populares: paredes de concreto armado moldadas “in loco”, através de formas, apresentando seu procedimento executivo, sugestões de otimização e fazendo uma comparação com a alvenaria em bloco cerâmico.

Portanto, para um melhor entendimento e compreensão, o projeto levado em consideração, foi um projeto de padrão popular, cujo objetivo é estudar os valores apresentados e analisar os custos e a funcionalidade dos dois sistemas construtivos, considerando a repetição de execução das unidades, de modo a demonstrar que, a partir de uma determinada quantidade executada, um método construtivo torna-se mais viável que o outro.

1.1.1. Objetivos específicos

- Comparação;
- Soluções econômicas;
- Soluções construtivas;
- Otimização;
- Composição de custos;
- Aumento de moradias populares;
- Segurança;
- Qualidade;

1.2. Problema

Segundo dados da campanha nacional “Despejo Zero” e do IPEA (Instituto de pesquisa econômica aplicada) o número de pessoas morando em residências precárias e em situação de rua aumentou consideravelmente após a pandemia, hoje o Brasil apresenta um déficit habitacional de cerca de 6 milhões de moradias, além de mais de 25 milhões de famílias morando em residências precárias, inadequadas e em locais de risco.

A execução de obras de habitação popular apresenta-se deficiente. Por serem obras de baixo lucro e necessidade de gestão eficiente para prevenir erros na execução, os desafios para o sucesso de programas de habitação, bem como de seu método construtivo, são muitos.

1.3. Justificativa

A otimização dos processos construtivos tem se tornado necessária, através da redução de prazos e custos na execução. Segundo HEPNER (2010), em obras onde a demanda de venda não é garantida, faz-se necessária a utilização de um alto valor geral de venda (VGV), para cobrir a possibilidade da baixa quantidade de vendas, alavancando o preço das unidades.

Além disso, também são precisos investimentos em marketing, encarecendo ainda mais o empreendimento. Ainda, segundo HEPNER (2010), em obras públicas os preços de venda possuem uma margem de lucro apertada, visto que os valores pagos são preestabelecidos pelo Governo, não havendo correção dos valores com o passar do tempo (reajustes pelo INCC, ICC, etc).

Neste caso, há a necessidade de tecnologias capazes de promover e garantir o rápido andamento da obra.

Portando, além da necessidade de lucros mais atrativos em obras de baixa renda, é de extrema importância a velocidade de execução da mesma, sendo essa gerada por técnicas construtivas mais industrializadas, como a estudada nesse trabalho.

1.4. Metodologia

Com objetivo de utilizar uma pesquisa bibliográfica de autores, com principais grupos de estudo relacionados a livros, onde possibilitara um valor agregado de informações. A pesquisa bibliográfica segundo Gil (202 pg. 26),

“A experiência acumulada dos pesquisadores possibilita ainda o desenvolvimento de certas regras práticas para a formulação de problemas científicos, tais como: (a) o problema deve ser formulado como pergunta; (b) o problema deve ser claro e preciso; (c) o problema deve ser empírico; (d) o problema deve ser suscetível de solução; e (e) o problema deve ser delimitado a uma dimensão viável. Essas regras serão detalhadas adiante”. De acordo com Marconi e Lakatos.” (2001, pg. 68)

A finalidade da pesquisa bibliográfica consiste na difusão das informações contidas em livros, artigos, teses etc., permitindo a quem o ler resolver sobre a conveniência ou não de consultar o texto completo.

1.4.1. Metodologia Científica

Inicialmente a pesquisa terá um caráter bibliográfico exploratório (GIL, 2012), que visa auxiliar a equipe na compreensão do problema exposto anteriormente, assim como permitir a elaboração de soluções possíveis com objetivo de conhecer e analisar as informações científicas existentes.

De acordo com Godoy (2005), um estudo qualitativo tem como objetivo descobrir e compreender um fenômeno ou um processo, ou ainda as perspectivas e visão de mundo das pessoas nele inseridos. Assim, concluímos que metodologia é um método de trabalho que dá forma à pesquisa acadêmica ou científica.

Em um segundo momento o tema será trabalhado como um estudo de caso, pois o trabalho desenvolvido ficará circunscrito a um produto específico de uma única empresa, não impedindo que generalizações sejam feitas a posteriori. Godoy (2005) caracteriza o estudo de caso como um estudo exaustivo e profundo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Ainda de acordo com Merriam (2002, p. 6) o estudo qualitativo básico tem como objetivo “descobrir e compreender um fenômeno, um processo, ou as perspectivas e

visão de mundo das pessoas envolvidas”. Este tipo de estudo, segundo Caelli, Ray e Mill (2003), está centrado na compreensão de uma experiência ou de um evento.

Em um segundo momento o tema será trabalhado como um estudo de caso, pois o caracteriza como um estudo exaustivo e profundo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento, crítica, construcionista ou participativa. (LINCOLN e GUBA, 2000)

1.4.2. Metodologia do projeto

Para alcançar o objetivo citado, serão implementadas as seguintes etapas, abaixo:

- Revisão dos tópicos importantes a respeito do projeto estudado;
- Estudos e referências de métodos similares utilizados no Brasil;
- Análise de construções de concreto armado moldado in loco já executadas, com coleta e observação de elementos que contribuam para a realização do trabalho;
- Pesquisa profunda de normas e materiais pertinentes a execução do método construtivo;
- Estudo e desenvolvimento do projeto proposto, verificando e mencionando os métodos empregados, seu modo de execução, suas vantagens e restrições;
- Comparação econômica e prática com outros métodos utilizados em sistemas de alvenaria;
- Apuração e análise dos resultados;
- Sugestões de otimização do sistema construtivo analisado;
- Considerações finais;

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sistema construtivo em alvenaria de vedação em blocos cerâmicos

O sistema construtivo utilizado em construções residenciais mais popular do Brasil é o sistema que utiliza de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, constituído por estrutura em concreto armado. O sistema é constituído por paredes de tijolos cerâmicos, com finalidade de separação de ambientes e isolamentos térmico e acústicos, ou seja, as paredes não possuem função estrutural. A Figura 1 apresenta o sistema de alvenaria de vedação já executado.



Figura 1 – Alvenaria de Vedação com Blocos Cerâmicos
Fonte: (<http://www.politech.poli.br>) acessado em 04/05/2023.

Segundo definido por Azevedo em 1997, alvenaria é toda obra constituída de pedras naturais, tijolos ou blocos, ligados ou não entre eles, tendo que oferecer as condições de resistência e durabilidade. Porém, quando se faz o uso de tijolos não se consegue atender a todas as condições, atendendo aos quesitos de resistência e durabilidade, enquanto a impermeabilização é feita através de meios artificiais com produtos específicos.

Diante disso, vale afirmar que alvenarias no sistema construtivo convencional podem ou não ter função estrutural, servindo de compartilhamento de espaços nas

unidades habitacionais e também no fechamento dos vãos da estrutura, independentemente de qual material será utilizado. As alvenarias de vedação devem apresentar uma resistência adequada para suportar cargas laterais estáticas e/ou dinâmicas, como por exemplo, atuação do vento e impactos acidentais (Código de Práticas-Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, 2009).

Segundo Milito (2004), alvenaria dimensionada para resistir somente ao seu peso próprio é denominada alvenaria de vedação, sendo assim devem possuir características técnicas. Sob essa perspectiva, a alvenaria de vedação sem função estrutural deve apresentar resultados satisfatórios de acordo com os requisitos de desempenho que a norma NBR 15575:2013 estabelece.

Requisitos relacionados à segurança da edificação:

- Segurança contra incêndio;
- Segurança no uso e operação.
- Requisitos relacionados à habitabilidade da edificação:
 - Estanqueidade;
 - Desempenho térmico;
 - Desempenho Acústico;
 - Desempenho de luminosidade.
- Requisitos relacionados à sustentabilidade da edificação:
 - Durabilidade;

2.1.1. Materiais utilizados no processo

Na alvenaria de vedação alguns materiais se repetem, os principais são a argamassa de assentamento e os blocos. Com o desenvolvimento do setor e com a necessidade da criação de novos materiais, a argamassa e os blocos sofreram modificações, pois o avanço tecnológico do setor proporcionou uma grande variedade dos tipos desses materiais, com o objetivo de atender as exigências técnicas e as peculiaridades de cada construção, afim de trazer eficiência no final.

Melo (2016), afirma que no decorrer dessa evolução dos materiais, os principais foram à argamassa industrializada e o bloco de concreto.

A definição de qual tipo de bloco será utilizado para a execução do respectivo sistema, deve ser levada em consideração a partir da observação das características dos materiais e sua facilidade de aquisição no mercado. Assim a escolha do material com o qual a edificação será executada, deverá tomar como base a economia em sua aquisição e sempre atendendo aos desempenhos necessários buscando a funcionalidade da edificação de acordo com a sua finalidade.

2.1.2. Processo executivo

2.1.2.1. Marcação

A marcação da alvenaria é a primeira etapa do processo, em que é posicionada a primeira fiada de tijolos, tendo que respeitar a marcação dos pontos conforme o projeto arquitetônico, de modo que o enquadramento da edificação seja garantido. Caso haja desníveis no piso onde será assentada a alvenaria, nessa fase eles são corrigidos, seja o desnível em aclave ou declive.

A fim de facilitar o enquadramento da alvenaria, tanto interna como externa, a marcação para a colocação da primeira fiada é recomendada que seja iniciada pelas paredes externas. As juntas verticais da primeira fiada sempre devem ser preenchidas, ainda que o projeto preveja a eliminação das juntas nas fiadas subsequentes. De acordo com a NBR 8545 (1984, p.10) as juntas de argamassa devem ter no máximo 10mm e não devem apresentar vazios.

A figura 2 apresenta a marcação da primeira fiada:

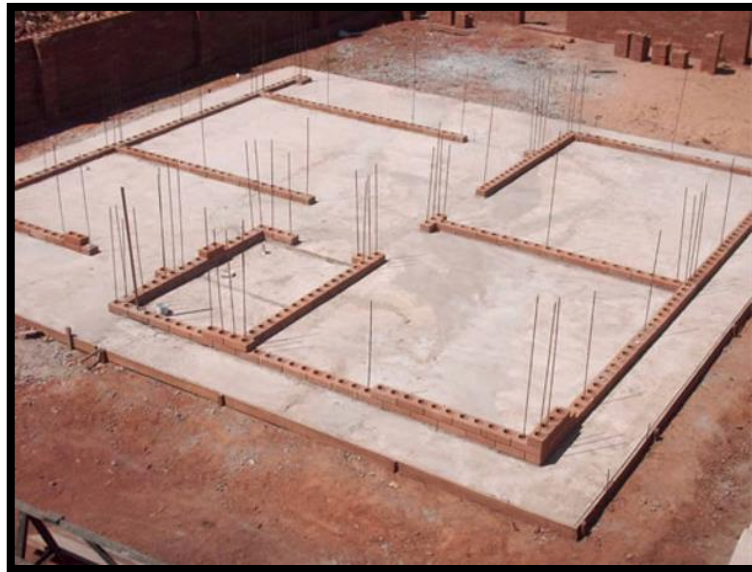


Figura 2 – Marcação da primeira fiada.

Fonte: (Ecomaquinas.com.br) acessado em 04/05/2023.

2.1.2.2. Assentamento

O assentamento de tijolos cerâmicos em uma construção popular é uma etapa crucial para garantir a estabilidade e segurança da estrutura. Nesse tipo de construção, geralmente realizada com recursos mais limitados, é fundamental seguir algumas diretrizes para um assentamento adequado dos tijolos (NBR 8545).

É importante ressaltar a necessidade de preparar uma base nivelada para o assentamento dos tijolos. A superfície deve ser limpa e livre de qualquer tipo de resíduo, proporcionando uma aderência adequada da argamassa. Além disso, é essencial verificar a verticalidade e o alinhamento das fiadas, utilizando um prumo e uma linha de referência para garantir a uniformidade da alvenaria.

A argamassa deve ser preparada com a proporção correta de cimento, areia e água, garantindo uma consistência adequada para facilitar o assentamento dos tijolos. É recomendado o uso de uma argamassa com boa aderência e resistência para assegurar a durabilidade da alvenaria.

Segundo a NBR 8545 é importante destacar que a alvenaria deve ser planejada de forma que nos encontros de componentes cerâmicos com estruturas e paredes, seja feita uma junta de amarração para que se evite futuras patologias além de recomendar que a utilização do escantilhão para servir como guia das juntas

horizontais e também a utilização do prumo de pedreiro afim de garantir o alinhamento vertical da alvenaria. Para toda fiada a ser executada, deverá ser esticada uma linha guia para afim de manter a horizontalidade dos blocos cerâmicos.

A Figura 3 esquematiza a elevação da alvenaria de blocos cerâmicos.

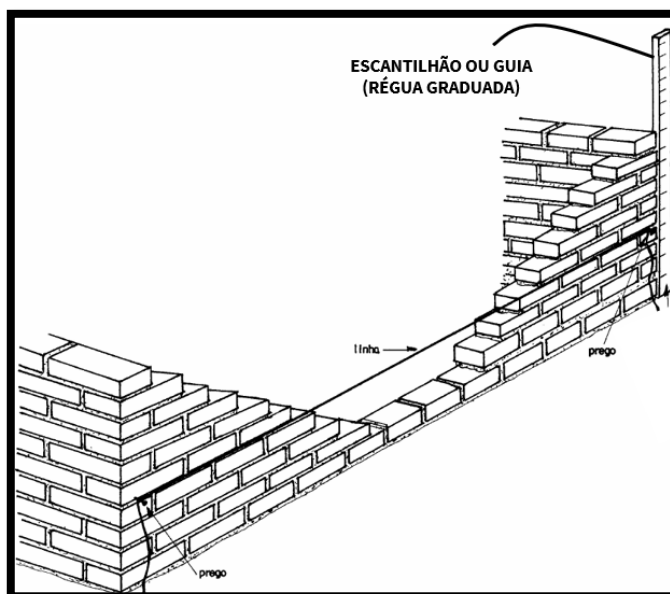


Figura 3 – Assentamento dos tijolos.

Fonte: (<https://www.guiadaengenharia.com/>) Acessado em 17/05/2023

2.1.2.3. Encunhamento

O encunhamento em paredes de blocos cerâmicos é um processo utilizado para preencher as juntas verticais entre os blocos com argamassa. Essa técnica é essencial para proporcionar estabilidade e uniformidade à estrutura da parede. Durante o encunhamento, a argamassa é aplicada nas juntas verticais, preenchendo os vazios entre os blocos também posicionados na vertical. Isso ajuda a evitar o deslocamento dos blocos e garante uma melhor distribuição de cargas na parede, aumentando sua resistência. Além disso, o encunhamento contribui para a redução de espaços vazios que possam comprometer a eficiência térmica e acústica da construção.

Para edificações que não exigem a utilização de estruturas em concreto armado, deve ser feita uma cinta de amarração em todas as paredes. Em edificações que levam esse tipo de estrutura com mais de um pavimento faz-se necessária a

execução do encunhamento, após a alvenaria do pavimento imediatamente acima ter sido assentada (NBR 8545). A Figura 4 mostra o encunhamento em alvenaria de blocos cerâmicos

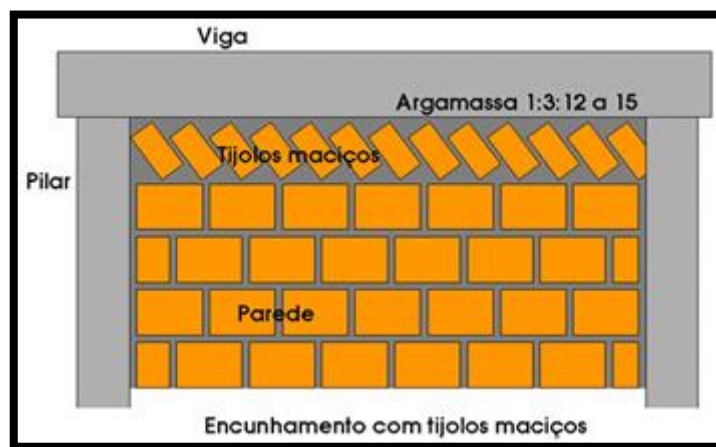


Figura 4 – Encunhamento.

Fonte: (<http://engearts.blogspot.com/> Acessado em 17/05/2023)

2.1.3. Vantagens e desvantagens

A alvenaria de blocos cerâmicos apresenta diversas vantagens e desvantagens que devem ser consideradas ao escolher esse sistema construtivo. De acordo com Pereira (2018), podem-se citar algumas vantagens e desvantagens do sistema:

Vantagens:

1. Resistência e durabilidade: os blocos cerâmicos possuem alta resistência mecânica e são duráveis, garantindo uma estrutura sólida e de longa vida útil.
2. Isolamento térmico e acústico: os blocos cerâmicos possuem propriedades isolantes que contribuem para o conforto térmico e redução da propagação de ruídos, proporcionando um ambiente mais agradável.
3. Sustentabilidade: a fabricação dos blocos cerâmicos é realizada com matérias-primas naturais, como argila, que são abundantes e renováveis. Além disso, esses blocos podem ser reciclados e reutilizados em outras construções.

Desvantagens:

1. Peso e limitações estruturais: os blocos cerâmicos são relativamente pesados, o que pode exigir uma fundação e estruturação adequada para suportar a carga. Em alguns casos, pode ser necessário reforçar a estrutura com vigas e pilares.
2. Tempo de construção: a alvenaria de blocos cerâmicos requer um tempo maior de execução, principalmente quando comparada a sistemas construtivos pré-fabricados. Isso pode aumentar o prazo da obra.
3. Mão de obra especializada: para garantir um bom assentamento dos blocos cerâmicos, é necessária mão de obra qualificada. A execução incorreta pode comprometer a qualidade e segurança da construção.
4. Necessidade de revestimento adicional devido à baixa porosidade
5. Maior custo se comparada com alvenaria estrutural

2.1.4. Custos

Segundo Melo (2016) para compor o preço unitário do processo de execução de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, é necessário um bom conhecimento técnico do processo analisado, de forma que isso permitirá um melhor embasamento dos cálculos, além do conhecimento dos detalhes do processo, definindo os recursos que serão usados, acompanhando o projeto e suas especificações de maneira detalhada.

Na análise da composição de custos para execução de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, deve-se compreender a estrutura de custos e como calcular o consumo dos materiais e insumos. Dessa forma, a Metodologia e Conceitos do SINAPI (2012), sinaliza que alguns fatores influenciam no consumo de materiais e na produtividade, observando detalhes como presença de vãos e área total de parede a ser feita, analisando ainda o processo e o produto a ser utilizado na construção.

Mediante a isso, a Metodologia e Conceitos do SINAPI (2022), determina que para cada tipo de parede a ser executada em alvenaria, devem ser analisados fatores como:

- Comprimentos de paredes,
- Abertura de vãos para portas e janelas,
- Se haverá fatores de projeto que possam prejudicar na produtividade,
- Se ocorrerá demanda peculiar na sua execução, que exonere o custo da mão-de-obra.

2.2. O sistema de paredes de concreto moldadas *in loco*

O sistema de construção de paredes de concreto armado moldadas *in loco* é um método utilizado para criar paredes estruturais em edifícios, residências, instalações comerciais e outras estruturas de concreto. Nesse sistema, as paredes são construídas diretamente no local da obra, em vez de serem fabricadas em uma fábrica ou pré-moldadas.

No Brasil, a construção reflete a realidade mista de desenvolvimento e subdesenvolvimento, com a coexistência de técnicas avançadas e artesanais enraizadas na tradição ou conservadorismo. Apesar das limitações do mercado e da ausência de uma política oficial de estímulo à pesquisa, alguns setores lutam pela racionalização dos processos construtivos, obtendo resultados promissores. Um exemplo claro desse progresso é a norma ABNT NBR 16055, emitida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece as condições exigíveis para o projeto, execução e controle de estruturas pré-fabricadas de concreto armado ou protendido. Essa norma também se aplica a estruturas mistas, que são construídas parcialmente com elementos pré-fabricados e moldados no local. Nesse contexto, encontra-se o sistema construtivo de paredes de concreto armado moldadas *in loco*. Esse sistema permite a construção de paredes e lajes de até um pavimento completo, dependendo do projeto e das formas utilizadas, sendo concretadas em uma única etapa. O resultado final é de peças homogêneas de concreto armado, capazes de

distribuir esforços em toda a sua área e sem juntas aparentes, como ilustrado na figura 5.



Figura 5 – Paredes de concreto moldadas in loco.

Fonte: (<https://www.revistaadnormas.com.br/>) Acessado em 18/05/2023

Embora o sistema possa ser utilizado em qualquer tipo de construção, o aspecto econômico é um dos pontos decisivos na escolha do método construtivo. Portanto, é necessário avaliar o número de repetições das formas, o que influencia diretamente no custo final e na atratividade das paredes de concreto moldadas in loco. Graziano, professor do Departamento de Estruturas e Fundação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, afirma que "quando há uma alta repetição na construção, a competitividade do sistema se torna mais evidente" (CORSINI, 2011).

No sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, as paredes funcionam tanto como vedação quanto como estrutura, incorporando as instalações elétricas, hidráulicas e as esquadrias. Pandolfo (2007) argumenta que a coordenação de projetos é essencial, pois a estrutura e a vedação formam um sistema integrado, exigindo uma análise multidisciplinar da construção.

Esse método de construção racionalizado oferece produtividade, qualidade e economia. O sistema permite a construção de diferentes tipos de edifícios, como casas térreas, sobrados, edifícios de até cinco pavimentos padrão e edifícios de oito pavimentos padrão com esforços de compressão. Também é possível construir edifícios com mais de 30 pavimentos, embora sejam considerados casos especiais e específicos.

2.2.1. Preparação do terreno

A preparação do terreno é uma etapa crucial para o sucesso da construção de paredes de concreto moldadas in loco, pois fornece uma base sólida e estável para a execução do restante da obra. É importante seguir as diretrizes do projeto e as normas técnicas adequadas para garantir a qualidade e a segurança da construção. A preparação do terreno pode ser tomada da seguinte forma:

1. **Limpeza do terreno:** Inicialmente, é necessário limpar o terreno de qualquer vegetação, entulho, pedras soltas ou outros elementos que possam interferir na construção. Isso pode envolver a remoção manual ou mecânica desses materiais, criando uma superfície limpa para o início dos trabalhos.
2. **Nivelamento:** O terreno deve ser nivelado para criar uma base plana e uniforme para a construção das paredes de concreto. Isso pode exigir a movimentação de terra, como escavação em áreas mais altas ou aterro em áreas mais baixas. O objetivo é garantir que o terreno esteja nivelado dentro das tolerâncias especificadas pelo projeto.
3. **Compactação:** Após o nivelamento, é realizada a compactação do terreno para aumentar a densidade do solo e melhorar sua capacidade de suporte. Isso é feito usando compactadores mecânicos, como rolos compactadores ou placas vibratórias, que aplicam pressão e vibração para eliminar vazios no solo.
4. **Drenagem:** Dependendo das condições do terreno e das necessidades do projeto, pode ser necessário instalar sistemas de drenagem para lidar com o escoamento de água superficial. Isso pode incluir a criação de valetas ou a instalação de tubos de drenagem subterrâneos para direcionar a água para longe da área de construção.
5. **Estudo do solo:** Em algumas situações, é recomendado realizar um estudo geotécnico do solo para avaliar suas características e propriedades. Isso ajuda a determinar a capacidade de suporte do solo, identificar possíveis problemas, como a presença de lençol freático elevado, e definir as medidas adequadas para garantir a estabilidade da construção.

6. Marcação do terreno: Antes de iniciar a construção propriamente dita, o terreno é marcado de acordo com as dimensões e alinhamentos estabelecidos no projeto. Isso envolve o uso de estacas e cordas para demarcar os limites da construção, bem como as posições das paredes de concreto.

2.2.2. Fundação

De acordo com Misurelli e Massuda (2009), os tipos de fundações mais adequados para as paredes de concreto são sapata corrida, laje de apoio (radier), blocos de travamento de estacas e tubulões. No caso da escolha pelo radier, que é o mais comum, é recomendado deixar um espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das formas, a fim de permitir o apoio e facilitar a montagem. É essencial prestar especial atenção à impermeabilização, evitando a migração de umidade do solo para a edificação. Quanto à cura do concreto, especialmente em peças de concreto aparente de grandes dimensões, é necessário ter um cuidado extra para evitar patologias inesperadas, que podem ser evitadas por meio de um processo adequado de maturação, como afirmado por Valin Jr e Lima (2008), que corroboram acrescentando que problemas na cura podem resultar em uma camada superficial fraca, porosa e permeável, tornando o concreto vulnerável à entrada de substâncias agressivas provenientes do meio ambiente e causando sua degradação.

A fundação desempenha o papel de transferir as cargas da superestrutura, lajes e telhados para o solo, evitando deslizamentos de terra sob a residência e o surgimento de fissuras e trincas na estrutura. Para esse fim, existem dois tipos de fundações amplamente utilizadas: fundações diretas ou rasas e fundações indiretas ou profundas e a escolha da fundação adequada para as paredes de concreto armado moldadas in loco depende das características do solo, das cargas a serem suportadas e das condições específicas do projeto. É fundamental realizar estudos geotécnicos para determinar qual tipo de fundação será mais adequado em cada situação, garantindo a estabilidade e durabilidade da construção.

2.2.2.1. Radier

Também conhecido como laje de apoio, o radier é uma laje de concreto armado que é dimensionada para distribuir de forma uniforme as cargas da edificação para o solo. O radier é especialmente utilizado em terrenos com solos de baixa capacidade de suporte, onde fundações profundas como estacas ou tubulões seriam mais custosas ou complicadas de serem implementadas. Ao cobrir toda a área do terreno, o radier distribui as cargas da estrutura de maneira ampla, reduzindo as pressões exercidas sobre o solo, o radier é definido como um elemento de fundação superficial que abrange todos os carregamentos distribuídos na obra, como pilares e paredes, de acordo com a NBR 6122.

A construção de um radier envolve a preparação do terreno, a instalação de uma camada de material de base compactado, como uma camada de brita, e a concretagem da laje de apoio. A laje de concreto armado é dimensionada de acordo com as cargas esperadas e os requisitos estruturais do projeto.

É essencial ter um cuidado constante com a cura do concreto, especialmente em estruturas de concreto com grande área superficial exposta, como é o caso do radier, a fim de evitar o surgimento de problemas. É necessário prestar especial atenção à impermeabilização para evitar a migração de umidade do solo para a edificação.

Uma das principais vantagens do radier é a simplificação do processo construtivo, pois elimina a necessidade de escavações profundas e o uso de estacas ou tubulões. Além disso, o radier pode proporcionar maior estabilidade e redução de recalques diferenciais, uma vez que as cargas são distribuídas de forma mais uniforme.

Valin Jr e Lima (2008) afirmam que "problemas com a cura podem deixar a camada superficial fraca, porosa e permeável, tornando o concreto vulnerável à entrada de substâncias agressivas provenientes do meio ambiente e causando sua degradação".

É importante destacar que a utilização do radier deve ser adequada às características do terreno e às cargas aplicadas na estrutura. Estudos geotécnicos e

projetos estruturais são fundamentais para dimensionar corretamente o radier e garantir a segurança e estabilidade da edificação.

A Figura 6 ilustra as etapas de um radier de acordo com a NBR 6122.

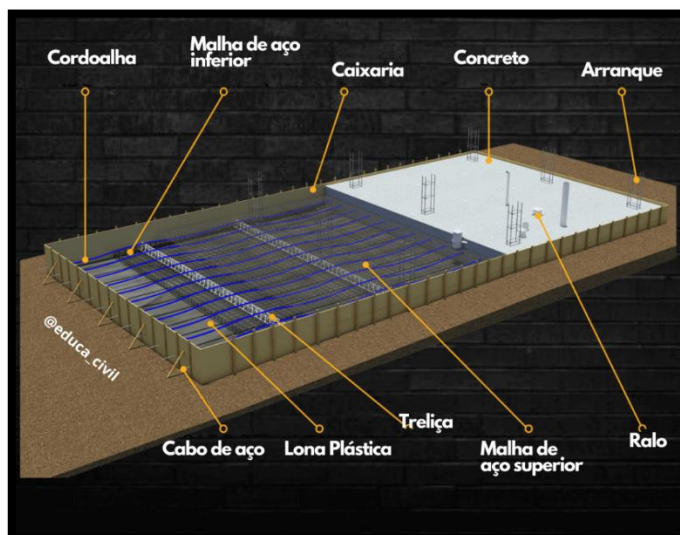


Figura 6 – Etapas do radier.

Fonte: (<https://educacivil.com/fundacao-em-radier/>) Acessado em 18/05/2023

A construção de um radier, geralmente segue as seguintes etapas:

1. Escavação: É feita a escavação da área onde o radier será construído. A profundidade da escavação dependerá do projeto e das condições do solo.
2. Instalação de camada de base: Após a escavação, uma camada de base é colocada no fundo da vala. Essa camada pode ser composta por material granular, como brita, que é compactado para fornecer uma base sólida para o radier.
3. Armaduras: A próxima etapa envolve a instalação das armaduras. As barras de aço são posicionadas na vala de acordo com o projeto estrutural, fornecendo reforço para o concreto do radier.
4. Impermeabilização: Em seguida, é aplicada uma camada de impermeabilização sobre a superfície exposta do solo. Isso evita que a umidade do solo migre para o radier, protegendo a estrutura contra problemas futuros.

5. Concretagem: Uma vez que todas as etapas anteriores foram concluídas, o concreto é despejado na vala. O concreto é nivelado e compactado adequadamente para garantir uma superfície uniforme e resistente.
6. Cura: Após a concretagem, é importante realizar o processo de cura do concreto. Isso envolve manter o radier úmido por um período de tempo para permitir que o concreto ganhe resistência e propriedades adequadas.
7. Acabamento: Por fim, é realizado o acabamento do radier, que pode incluir o corte de juntas de dilatação e a aplicação de revestimentos ou acabamentos superficiais, conforme necessário.

É importante destacar e que essas etapas podem variar dependendo das especificidades do projeto, das condições do solo e das práticas construtivas adotadas.

A figura 7 mostra um radier pronto com as devidas instalações.



Figura 7 – Radier.

Fonte: (<https://blog.apl.eng.br/>) Acessado em 18/05/2023

2.2.3. Formas

As formas consistem em painéis fabricados com perfis estruturais, cujas dimensões podem variar de acordo com o projeto, nem sempre seguindo um padrão fixo, o que pode exigir adaptações para cada projeto específico. Geralmente, as formas metálicas são feitas sob medida, mas também existem opções de locação disponíveis, dependendo das necessidades individuais. Sua função é, literalmente, dar forma e determinar a posição correta da parede antes da concretagem.

Com o objetivo de alcançar uma montagem e desmontagem eficientes das formas, os fabricantes geralmente limitam a largura das formas a 60 cm, exceto em casos especiais em que formas mais largas podem ser utilizadas, conforme mencionado por Faria (2009). O foco é garantir uma boa produtividade durante o processo de construção.

Portanto, é importante utilizar formas adequadas e seguir as especificações do projeto para assegurar a correta moldagem das paredes e divisórias, atendendo aos requisitos de resistência, acabamento e funcionalidade estabelecidos.

As formas de alumínio são uma opção popular e eficiente na construção de paredes de concreto moldadas in loco. Elas oferecem várias vantagens em relação a outros tipos de formas para este tipo de projeto, como as de madeira ou metal. Aqui estão algumas das características e benefícios das formas de alumínio:

1. **Durabilidade:** O alumínio é um material resistente e durável, capaz de suportar a pressão do concreto fresco durante a fase de moldagem. As formas de alumínio são projetadas para resistir a múltiplos usos e podem ter uma longa vida útil.
2. **Leveza:** Comparadas às formas de aço ou outros materiais, as formas de alumínio são mais leves. Isso facilita o manuseio, transporte e montagem das formas no local da construção.

3. **Reusabilidade:** As formas de alumínio são projetadas para serem reutilizáveis. Após a conclusão de uma seção de parede, elas podem ser desmontadas e usadas novamente em outras partes do projeto. Isso reduz o custo e o desperdício de materiais.

4. **Precisão dimensional:** As formas de alumínio são fabricadas com precisão e geralmente possuem recursos de ajuste, permitindo a obtenção de dimensões exatas na parede de concreto. Isso é especialmente importante quando se busca uma construção de alta qualidade e precisão.

5. **Rapidez na montagem e desmontagem:** Devido à leveza e ao projeto modular das formas de alumínio, elas podem ser rapidamente montadas e desmontadas no local da construção. Isso ajuda a acelerar o processo de construção e reduzir o tempo total do projeto.

6. **Acabamento de superfície:** As formas de alumínio costumam ter superfícies lisas e não aderentes, o que resulta em um acabamento mais suave na parede de concreto. Isso pode reduzir a necessidade de retrabalhos e melhorar a estética da estrutura.

No entanto, é importante mencionar que as formas de alumínio podem ter um custo inicial mais elevado em comparação com as formas de madeira. Além disso, a seleção e a instalação adequada das formas de alumínio devem ser realizadas por profissionais qualificados, para garantir a segurança e a qualidade da construção.

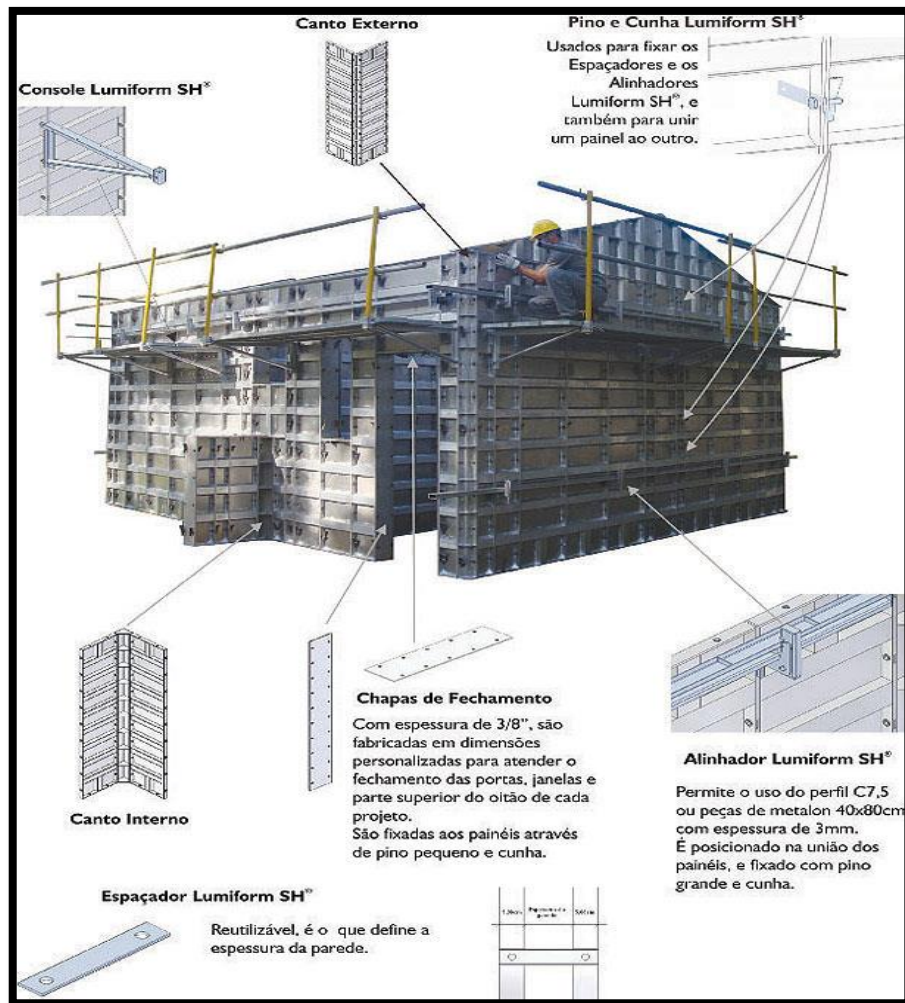


Figura 8 – Esquema de montagem das formas de alumínio.

Fonte: (<https://www.neoformas.com.br/forma-aluminio-parede-concreto>) Acessado em 25/05/2023

O sistema de fôrmas de alumínio é travado através de pinos, cunhas e espaçadores internos reutilizáveis para garantir o espaçamento correto entre as fôrmas interna e externa, devido aos esforços causados pelo empuxo do concreto (SILVA, 2018). Além disso, de acordo com Silva (2018), o sistema também fornece placas de fechamento nos vãos de portas e janelas, juntamente com gabaritos. Para o gabarito de vão de janela, é prevista uma pequena abertura para permitir a saída de ar e evitar imperfeições na concretagem.

A montagem das fôrmas requer a aderência a um projeto específico, permitindo que todas as peças se encaixem perfeitamente, como em um quebra-cabeça. Antes de iniciar a montagem das partes internas e externas, é recomendada a aplicação de um desmoldante à base de água e parafina líquida nas superfícies das fôrmas que

terão contato com o concreto. Isso facilita a remoção das fôrmas e contribui para um acabamento de melhor qualidade. (SILVA, 2018)

Devido às características de alta resistência e durabilidade do alumínio, o conjunto de formas pode ser reutilizado por até 1000 vezes. No entanto, a quantidade de reutilizações depende dos cuidados no manuseio, armazenagem, limpeza e transporte das fôrmas (SILVA, 2018). É recomendado lavar as fôrmas após cada utilização com jatos de água, evitando que o concreto fique impregnado e dificulte a remoção posterior. O uso de espátulas também pode auxiliar nesse processo, embora o tipo específico não seja mencionado além de recomenda-se evitar quedas e impactos na superfície de contato das fôrmas. (SILVA, 2009)

A escolha do desmoldante adequado é fundamental para manter os painéis das fôrmas em bom estado e garantir um acabamento superficial adequado das paredes concretadas. Além disso, o uso adequado do desmoldante evita problemas de aderência do revestimento final e reduz o risco de ocorrência de patologias durante a desmoldagem das unidades (Guia da Construção, 2010).

Antes de lançar o concreto é de extrema importância a realização da devida conferência das posições e das condições estruturais do escoramento, escoramento remanescente, aprumadores e alinhadores horizontais. O objetivo é assegurar que as dimensões, posições e prumo das fôrmas sejam mantidos de acordo com o projeto. (NBR 16055 - 19.3.2).



Figura 9 –Formas de alumínio montadas e escoradas.

Fonte: (<https://www.sienge.com.br/blog/parede-de-concreto/>) Acessado em 25/05/2023

2.2.4. Armadura

A armadura consiste em barras de aço colocadas estrategicamente dentro do concreto, proporcionando maior resistência à tração e ajudando a controlar possíveis fissuras, ela pode ser composta por barras longitudinais, que são dispostas paralelamente à direção do comprimento da parede, e barras transversais, que são colocadas perpendicularmente às barras longitudinais. A quantidade, o diâmetro e o espaçamento das barras de armadura são determinados com base nas características do projeto estrutural e nas cargas a serem suportadas pela parede.

Durante o processo de construção, as barras de armadura são posicionadas dentro das formas antes do lançamento do concreto. É importante garantir que as barras estejam corretamente posicionadas e espaçadas, seguindo as especificações do projeto. Elas devem ser devidamente amarradas ou fixadas para manter sua posição durante o lançamento e a compactação do concreto.

Após o concreto ser lançado, a armadura atua em conjunto com o material, resistindo às tensões de tração enquanto o concreto absorve as cargas de compressão. Essa combinação de concreto e armadura cria uma estrutura reforçada e robusta.

Segundo Missurelli e Massuda (2009), é necessário ter cuidados desde o recebimento das barras, treliças e telas para a armadura. É importante realizar uma verificação minuciosa para garantir que as peças estejam em conformidade com o pedido. Os materiais devem ser transportados, armazenados e posicionados de maneira a evitar danos.

No armazenamento, quando há amplas áreas disponíveis, as peças de aço podem ser estocadas na horizontal. Porém, se o espaço for limitado, é recomendado o uso de cavaletes, garantindo a organização das barras. Elas devem ser separadas por tipo, bitola, posição e local de aplicação, facilitando a montagem e minimizando o risco de danos durante a retirada ou o uso inadequado dos materiais.

Para o sistema de parede de concreto, a armação mais comumente utilizada é a tela soldada, posicionada verticalmente. Reforços adicionais são aplicados nos vãos de janelas, portas e bordas para evitar o surgimento de trincas e outras patologias (MISSURELLI e MASSUDA, 2009). A Figura 13 ilustra a armação em tela soldada em uma habitação popular.

Os autores destacam que, independentemente do modelo de armadura adotado, ela deve cumprir três requisitos: controlar a retração do concreto, estruturar e fixar as tubulações elétricas e hidráulicas, e resistir aos esforços de flexão e torção nas paredes.

É essencial seguir as orientações adequadas para fixar a armadura principal em tela soldada e realizar os cortes necessários nos vãos de portas e janelas. Esses cortes permitem a instalação das tubulações hidrossanitárias e elétricas, e é crucial que os pontos de instalação sigam rigorosamente os projetos especificados, a fim de evitar erros durante o encaixe das fôrmas.

Após a montagem da armadura principal e a instalação de todas as tubulações elétricas e hidrossanitárias, é importante colocar espaçadores nas tubulações e na armadura principal, tanto na direção horizontal quanto vertical. Esses espaçadores garantem que, ao iniciar a concretagem, o cobrimento mínimo de proteção da armadura seja respeitado, evitando exposições indesejadas e possíveis patologias futuras.

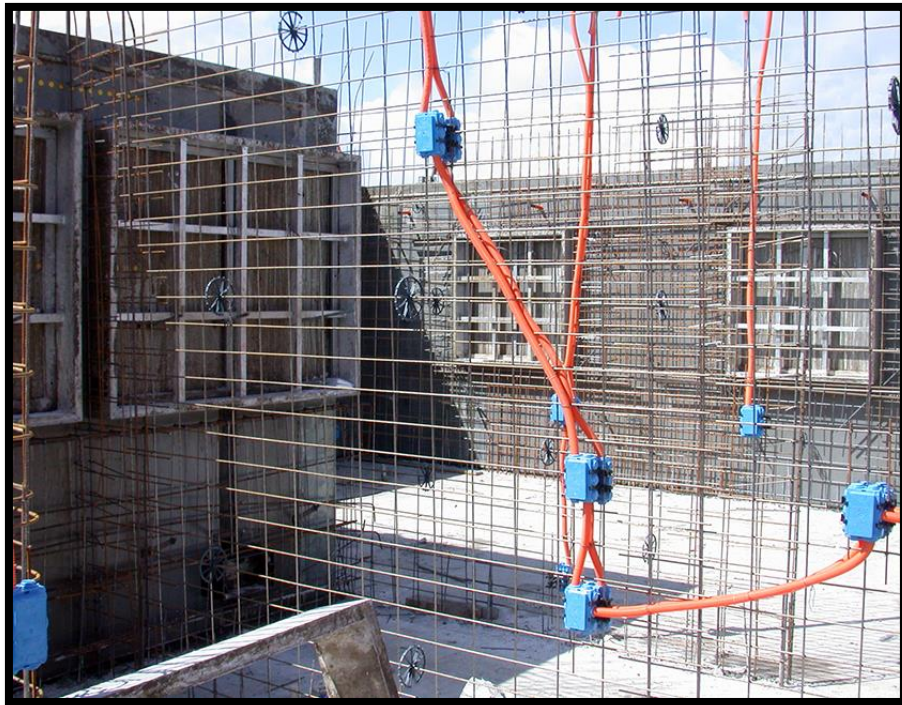


Figura 10 –Armadura da parede de concreto.

Fonte: (<https://www.scanmetal.com.br/produtos/gabarito-cone-para-vao-em-paredes-de-concreto/>)
Acessado em 25/05/2023



Figura 11 –Armadura da parede de concreto.

Fonte: (<https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>) Acessado em 25/05/2023

2.2.5. Instalações

Devido ao sistema de fôrmas utilizado na construção, todas as instalações elétricas, hidráulicas e outros materiais estão integrados na estrutura monolítica. Segundo Padolfo (2007), nas conexões desses sistemas de fôrmas, são utilizados amarras nas armaduras e espaçadores que garantem o correto cobrimento de concreto entre os as conexões.

O processo inicia-se com o posicionamento e fixação das conexões, utilizando arame recozido para evitar deslocamentos durante a concretagem, e vedando as extremidades para evitar a entrada de concreto indesejada, de acordo com o projeto estabelecido (PADOLFO, 2007). Também é mencionado que há ganho de produtividade ao realizar a montagem das redes hidráulicas antes da montagem das fôrmas.

Os quadros elétricos e caixas de conexão exigem atenção especial no seu posicionamento e fixação. É necessário garantir o nivelamento adequado, o correto cobrimento de concreto, evitar estrangulamento das instalações e impedir a entrada de nata de concreto indesejada.

Na parte das instalações hidrossanitárias é necessário demarcar no terreno as instalações hidrossanitárias que ficarão abaixo do radier, utilizando pontos localizados pela topografia. Essa demarcação permite determinar o posicionamento das tubulações, bem como escavar valas para a passagem delas, caixas de gordura e pontos de visita, sempre levando em consideração o caimento adequado da tubulação.

Após a instalação e verificação das tubulações, o autor recomenda que elas sejam devidamente tampadas e que as valas sejam aterradas e compactadas. Em seguida, é montada a forma do radier, verificando cuidadosamente o posicionamento dos passantes (aberturas nas formas para passagem das tubulações).



Figura 12 –Instalação elétrica.

Fonte: (<https://www.neofomas.com.br/passo-a-passo-paredes-de-concreto-estrutura-2>) Acessado em 25/05/2023

2.2.6. Concretagem

Antes da concretagem, é importante verificar o posicionamento preciso das armaduras de arranque e dos elementos de instalações. Conforme Braguim (2013), "antes da montagem das formas, as fundações devem conter os arranques verticais das paredes, a localização das instalações sanitárias definidas e receber um nivelamento rigoroso". A fundação desempenha o papel de transferir as cargas da superestrutura, lajes e telhados para o solo, evitando deslizamentos de terra sob a residência e o surgimento de fissuras e trincas na estrutura. "Para esse fim, existem dois tipos de fundações amplamente utilizadas: fundações diretas ou rasas e fundações indiretas ou profundas."

A concretagem, por ser a fase fundamental na execução das Unidades Habitacionais (UH's), precisa confirmar o cumprimento das garantias especificadas no projeto, em conformidade com as exigências mínimas de desempenho estipuladas na norma NBR 15575:2013.

O concreto deve passar por testes laboratoriais no canteiro de obras assim que chegar via caminhão betoneira. Esses testes incluem a realização de ensaios de corpo de prova e teste de slump, visando assegurar a fluidez adequada para preencher as formas e evitar ocorrências de vazios na concretagem.

Missurelli e Massuda (2009) enfatizam que a utilização de concretos usinados oferece uma eficiência superior e minimiza erros, como lacunas na estrutura resultantes da falta de preenchimento adequado. Para essa finalidade, as unidades dosadoras e as usinas de concreto são especializadas em todas as etapas do processo. A entrega por meio de caminhões-betoneira com recursos técnicos para controle do produto é a característica central. No concreto, a capacidade de escoamento é um aspecto fundamental.

Uma vez que o concreto atinja as propriedades desejadas, ele é direcionado para as fôrmas, um processo que geralmente leva aproximadamente de 40 a 60 minutos para preencher completamente as áreas vazias. (VENTURINI, 2011)

Para garantir uma aplicação adequada do concreto e evitar a formação de juntas frias, é necessário considerar suas características, as formas que serão utilizadas e a planta arquitetônica, entre outros fatores. Missurelli e Massuda (2009) também destacam outros pontos a serem observados, como iniciar o lançamento do concreto a partir de um dos cantos da construção e prosseguir até que as paredes adjacentes estejam completamente concretadas. O processo esquemático para o lançamento do concreto deve seguir as etapas a seguir:

- Seguir o mesmo procedimento no canto oposto;
- Replicar o mesmo procedimento nos outros dois pontos;
- Focar nos pontos das partes elevadas, como o telhado;
- O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final;
- A utilização de bombas para o lançamento do concreto minimiza as chances de falhas na concretagem;
- Evitar interrupções com duração superior a 30 minutos.

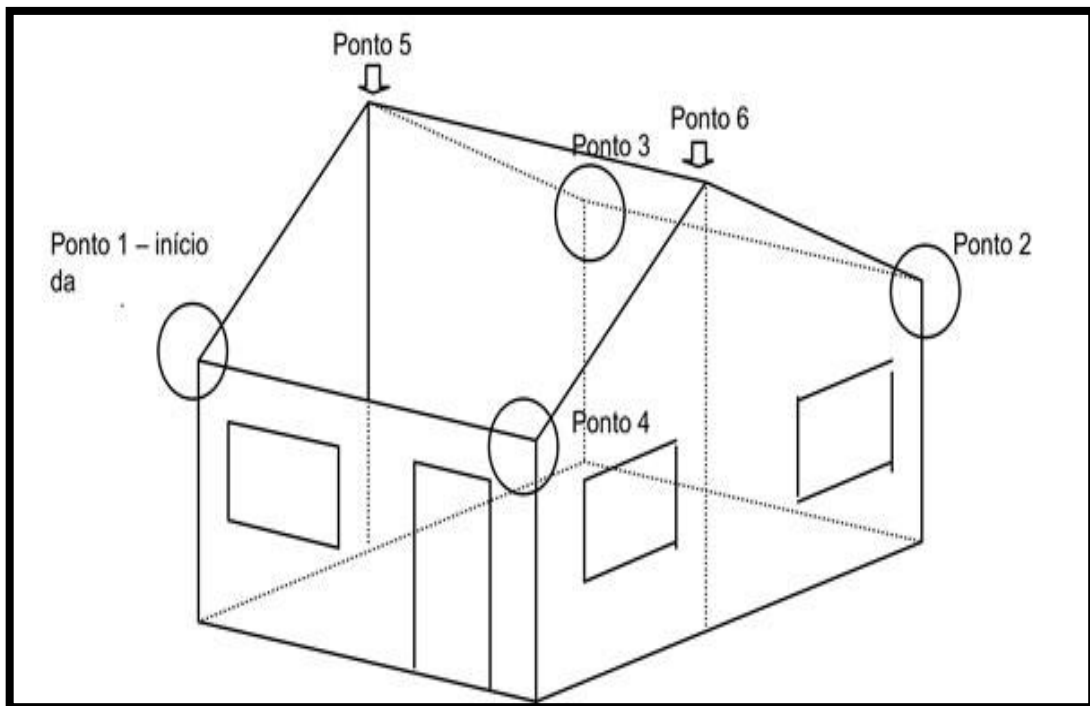


Figura 13 – Pontos Iniciais de Concretagem.

Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br>. Acesso em: 18/08/2023.

2.2.7. Desforma, limpeza e acabamento

A remoção das fôrmas deve ser realizada somente após alcançar a resistência mínima determinada pelo projeto, a fim de prevenir o surgimento de fissuras. Para assegurar a produtividade adequada no sistema construtivo, os painéis desmontados devem ser posicionados na unidade habitacional subsequente a ser construída. Quando procedendo com a desmoldagem do concreto, é de extrema importância conduzir uma limpeza minuciosa das formas, garantindo sua reutilização. (MASSUDA e MISURELLI, 2009)

O concreto geralmente atinge a resistência mínima necessária para a remoção das fôrmas em torno de 12 a 15 horas, permitindo, assim, o início da desmoldagem sem resultar em danos à estrutura. Contudo, vale mencionar que a resistência mínima para desmoldagem varia conforme o requisito estipulado no projeto. (VENTURINI, 2011)

Após completar a desmontagem total das fôrmas, é feita uma inspeção nas paredes para identificar eventuais defeitos de execução. Caso sejam detectados problemas, é realizada a reparação por meio de graute (VENTURINI, 2011). Entretanto, é comum que fiquem orifícios dos pinos de ancoragem após a remoção das fôrmas, os quais

podem ser preenchidos com uma mistura de cimento e areia para restaurar os locais vazios deixados pelo processo de desmoldagem. Além disso, em alguns espaços entre os painéis, podem permanecer pequenas partes de concreto, que devem ser removidas utilizando espátulas pouco depois da desmoldagem.



Figura 14 - Acabamento das Paredes

Fonte: <https://www.cimentoitambe.com.br>. Acesso em: 18/08/2023.

2.2.8. Vantagens e desvantagens

Segundo a Comunidade da Construção (2022), o sistema de parede de concreto está ganhando popularidade no mercado de unidades habitacionais de grande escala. Esse sistema possibilita um planejamento abrangente da obra, elimina processos artesanais e improvisados, reduz a quantidade de trabalhadores no canteiro, simplifica o treinamento da mão de obra, encurta o prazo de execução e aprimora os índices de produtividade. Quanto à qualidade final, assim como em qualquer construção, está diretamente ligada aos materiais empregados.

Nesse contexto, a Comunidade da Construção (2022) destacou várias vantagens associadas a esse método construtivo:

- Rapidez na realização;
- Garantia de cumprimento de prazos;
- Processo industrializado;
- Maior controle de qualidade;
- Formação qualificada da mão de obra;
- Eliminação de etapas como chapisco e reboco;
- Elevada resistência ao fogo;
- Conforto térmico e acústico, devido ao tipo de concreto utilizado.

As principais desvantagens envolvem os custos substanciais e as dificuldades em eventuais reformas, uma vez que as paredes de concreto possuem alta resistência, o que implica maior esforço para a remoção, quando necessário. A mesma dificuldade surge em casos de alterações não planejadas, como ampliação da residência, e ainda, os custos elevados das fôrmas. Faria (2009), respalda essas desvantagens ao abordar o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco:

- Necessidade de capacitação da mão de obra;
- Desafios na modulação;
- Custos de aquisição primária consideráveis.

2.2.9. Ocorrências Problemáticas no Sistema

Semelhante a outros métodos, o sistema possui desvantagens que, quando não devidamente consideradas, podem prejudicar a viabilidade do mesmo em diversos níveis. Dado que a principal força do sistema é sua rapidez, qualquer atraso no processo pode gerar problemas. Um dos principais fatores de atraso é a gestão inadequada relacionada à montagem das formas de concreto. Em certos casos, o manuseio inadequado dessas formas pode causar danos, comprometer sua estanqueidade, resultando em perdas de concreto e deformações potenciais no processo construtivo, culminando em problemas como trincas, vazios e exposição das armaduras. (GÓES, 2013)

O autor Góes (2013) também ressalta que o uso incorreto das formas pode não somente prejudicar a geometria das placas, mas também apagar as marcações utilizadas para facilitar a montagem das peças, impactando assim a produtividade e a qualidade geral da obra.

Dado que as paredes do sistema desempenham o papel de estrutura, é essencial minimizar ao máximo as quebras, a fim de não comprometer sua resistência. Diante dessa análise, a grande desvantagem e preocupação associada ao sistema é sua inflexibilidade, pois qualquer alteração estrutural após a finalização da execução pode levar a patologias no sistema.

Em relação ao concreto, Mauro, Mario. (2011) afirma:

“Embora o concreto possa ser considerado um material praticamente eterno, desde que receba manutenção sistemática e programada, há construções que apresentam manifestações patológicas em intensidade e incidência significativas, acarretando elevados custos para sua correção. Sempre há comprometimento dos aspectos estéticos e, na maioria das vezes, redução da capacidade resistente, podendo chegar, em certas situações, ao colapso parcial ou total da estrutura”. (MAURO, MARIO; 2011).

3. ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO PARA HABITAÇÃO POPULAR

3.1. Critérios para elaboração do projeto

Este tópico abordará a integração do projeto no programa nacional de habitação conhecido como Minha Casa Minha Vida, de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo governo e as informações disponíveis no seguinte link: <https://www.caixa.gov.br/> acesso em 10/10/2023.

O programa foi concebido com o propósito de viabilizar habitações dentro das áreas urbanas, destinando-se principalmente a famílias de baixa renda. Ele é gerido em uma parceria entre os governos federal e estadual, proporcionando oportunidades para aqueles que mais necessitam, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento e contribui para a redução do déficit habitacional no Brasil.

Os principais parceiros envolvidos incluem a Caixa Econômica Federal, o Ministério das Cidades, o Ministério da Fazenda e do Planejamento, Orçamento e Gestão, bem como os governos do Distrito Federal, dos estados e municípios, ou seus respectivos órgãos de administração direta ou indireta, que aderem ao programa. Empresas do setor de Construção Civil também desempenham um papel crucial na implementação do programa.

O principal beneficiário desse esforço conjunto são as famílias que serão contempladas com moradias acessíveis, contribuindo assim para a melhoria das condições habitacionais e o progresso do país.

Os padrões construtivos requisitados através da Caixa Econômica Federal para enquadrar o conjunto habitacional no PMCMV como padrões mínimos de residências com dois dormitórios, sala de estar/refeições, cozinha, banheiro e circulação, não podendo ser inferior à 36,00 m², se área de serviço externa, ou 38,00 m², se a área de serviços for interna.

3.2. Desenvolvimento do projeto arquitetônico

Este projeto foi desenvolvido base com nas informações do tópico anterior, seguindo também critérios como normas e práticas a serem realizadas para a aprovação do imóvel, de modo a obter o melhor desempenho construtivo e assim como objetivo deste estudo proporcionar, além das vantagens notórias descritas, uma otimização do método em conjuntos habitacionais atualmente.

O projeto está enquadrado em padrões construtivos preestabelecidos para o desenvolvimento de conjuntos habitacionais, como mencionado anteriormente, o programa minha casa minha vida, tendo como premissa, conforto, segurança, baixa manutenção e principalmente baixo custo para os residentes, bem como proporcionar investimentos menores por parte dos órgãos governamentais.

Para cada unidade do conjunto temos 51,33m² de área útil e 66,80m² de área coberta, dimensões essa acima do mínimo exigido pelo PMCMV que é de 38,00m² de área útil, a distribuição da área interna consiste em, dois dormitórios com área livre de 9,42m² cada, banheiro com área de 2,86m², sala de jantar 9,7m², cozinha 6,49m², e disposição externa com varanda de 3,0m² e área de serviço com 4,5m², contando ainda com um espaço útil para utilização de garagem.

Para tornarmos o projeto competitivo, se comparado com os métodos convencionais, constatamos a necessidade executiva de um conjunto habitacional contendo ao menos 100 unidades, sendo assim projetamos o conjunto modelo com 200 unidades.

Temos como exemplo prático de distribuição de área útil a unidades habitacional exemplificada na planta baixa (Figura 15) seguida da vista frontal (Figura 16) e lateral (Figura 17) exemplificando assim a forma acabada de cada residência.

Em seguida temos a disposição final das unidades agrupadas em blocos (Figura 18) ilustrando o conjunto habitacional concluído e ocupado.



Figura 15 – Planta baixa.

Fonte: Próprio autor.



Figura 16 – Vista frontal.

Fonte: Autores



Figura 17 – Vista lateral
Fonte: Próprio Autor



Figura 18 – Conjunto habitacional
Fonte: Próprio Autor

3.3. Comparativo: Sistema de paredes de concreto moldado *In loco* e alvenaria de vedação de blocos cerâmicos

Com as unidades habitacionais definidas no projeto apresentado no capítulo anterior, foi elaborado um orçamento com base na tabela de preços do SINAPI e um cronograma de execução das unidades com paredes de concreto, de acordo com a produtividade estabelecida no mercado por metro quadrado.

Para o projeto com blocos cerâmicos, foi necessário criar um orçamento e um cronograma com base no projeto das paredes de concreto, a fim de que possamos fazer uma comparação real entre os dois métodos.

O orçamento (ver anexo 1) apresenta o custo unitário total de cada unidade habitacional e foi elaborado com base na tabela SINAPI em vigor no mês de julho de 2023.

Para facilitar a análise do custo total por unidade habitacional, os orçamentos foram detalhados, resumidos e divididos de forma a proporcionar melhor compreensão. A Tabela 1 (conforme anexo 1) apresenta o resumo do orçamento com o método de paredes de concreto armado moldado *in loco*."

| Orçamento Simplificado de paredes de concreto | |
|---|----------------------|
| Serviço | Custo total |
| Fundação | R\$ 9.882,87 |
| Estrutura | R\$ 16.976,84 |
| Impermeabilização | R\$ 5.259,07 |
| Fechamento | R\$ 1.830,11 |
| Cobertura | R\$ 4.726,86 |
| Revestimento | R\$ 6.423,65 |
| Forro | R\$ 3.231,26 |
| Esquadrias | R\$ 7.776,99 |
| Instalações | R\$ 5.478,31 |
| Total sem BDI | R\$ 56.107,64 |

Tabela 1 – Orçamento simplificado de parede de concreto armado moldado *in loco*, para cada unidade habitacional.

Fonte: Autor

A Tabela 2, demonstra o orçamento resumido com o método de alvenaria de vedação por blocos cerâmicos.

| Orçamento Simplificado de alvenaria convencional | |
|--|----------------------|
| Serviço | Custo total |
| Fundação | R\$ 10.738,69 |
| Estrutura | R\$ 18.559,76 |
| Impermeabilização | R\$ 5.259,07 |
| Fechamento | R\$ 4.365,42 |
| Cobertura | R\$ 4.726,86 |
| Revestimento | R\$ 6.423,65 |
| Forro | R\$ 3.231,26 |
| Esquadrias | R\$ 7.776,99 |
| Total sem BDI | R\$ 61.081,70 |

Tabela 2 – Orçamento simplificado de alvenaria de vedação por bloco cerâmico, para cada unidade habitacional.

Fonte: Próprio Autor

Ao conduzir a análise comparativa entre os dois métodos, chegamos às seguintes conclusões:

- O custo do serviço de estrutura ao adotar o método de paredes de concreto é 9% inferior.
- O custo do serviço de fechamento de empena, que abrange toda a parte de fechamento estrutural da unidade habitacional, é cerca de 3 vezes maior ao utilizar o método de alvenaria com blocos cerâmicos.

No contexto geral, o custo direto de construção, excluindo o Benefício e Despesas Indiretas (BDI), da unidade habitacional executada pelo método de paredes de concreto armado in loco é 9% inferior em relação à alvenaria de blocos cerâmicos. É evidente que a maior discrepância entre eles reside na parte estrutural e de fechamento da estrutura.

Com a inclusão do BDI, obteremos o custo total direto e indireto da unidade habitacional, possibilitando a conclusão da análise orçamentária entre os métodos apresentados.

Dessa forma, o custo total direto e indireto por unidade habitacional está reproduzido abaixo:

- Paredes de concreto armado moldado in loco: R\$ 74.735,38 ou R\$ 1.465,40/m², conforme detalhes no anexo I.
- Alvenaria de vedação por blocos cerâmicos: R\$ 81.360,82 ou R\$ 1.595,32/m², conforme detalhes no anexo II.

3.3.2. Cronograma de execução

O estudo de caso para o cronograma de execução foi desenvolvido com base em pesquisas de cronogramas de empreiteiras e na análise do tempo de execução por metro quadrado de cada fase de serviço descrita a seguir.

A cronologia de execução de cada método construtivo foi comparada por etapas, de acordo com cada serviço realizado, chegando à conclusão de que a unidade habitacional construída pelo método de paredes de concreto armado moldado in loco é consideravelmente mais eficiente em comparação ao método de alvenaria de blocos cerâmicos. Isso se deve principalmente ao fato de que a maior parte dos serviços para a execução do sistema de paredes de concreto é industrializada.

Ao analisar por etapas, observa-se que na fase da infraestrutura, o aumento da produtividade nas paredes de concreto se deve à facilidade de execução de sua fundação adotada (radier), resultando em um ganho de tempo significativo em comparação à alvenaria de blocos, que requer outros serviços para a execução, como carpintaria e valas, entre outros.

Na etapa de fechamento de empena e instalações, percebe-se que no sistema de paredes de concreto moldado, as instalações elétricas e hidrossanitárias são executadas antes da concretagem das paredes, seguindo o projeto arquitetônico. Isso resulta em um ganho de produtividade substancial, uma vez que no sistema de blocos cerâmicos, a etapa de instalações só pode ser realizada após o fechamento da estrutura, o que dificulta a passagem de conduítes e infraestruturas.

Na estrutura de paredes de concreto, a retirada das formas pode ocorrer após apenas 14 horas, momento em que o concreto autoadensável atinge a resistência mínima requerida.

A etapa de cobertura de ambos os métodos construtivos é executada praticamente no mesmo período de tempo, embora as estruturas de cada sistema sejam diferentes. A diferença no tempo decorre do fato de que a alvenaria de blocos cerâmicos é executada com madeira, enquanto as paredes de concreto utilizam vergas de alumínio.

No que diz respeito ao tempo na etapa dos revestimentos internos, este é substancialmente maior no sistema de alvenaria de blocos, praticamente o dobro do tempo em comparação às paredes de concreto. Isso se deve ao tempo necessário para reboco, chapisco e a instalação elétrica e hidráulica em todas as paredes, o que levou cerca de 4 dias. Por outro lado, nas paredes de concreto, as instalações foram feitas desde o início da execução da unidade habitacional, permitindo que toda a parte de revestimento das paredes internas fosse concluída em apenas 2 dias. Vale ressaltar que na alvenaria de blocos cerâmicos, foram necessários de 6 a 8 operários, enquanto no método de paredes de concreto, de 4 a 6 operários foram suficientes.

Além de todos esses motivos mencionados, também devemos considerar o fator de limpeza após o término da obra. As paredes de concreto armado geram muito menos resíduos desde o início da execução, resultando em economia de tempo na limpeza do canteiro de obras.

Dessa forma, é possível realizar uma comparação abrangente dos cronogramas entre os dois sistemas para cada unidade habitacional, levando em consideração o tempo, o dia e a fase de execução de cada sistema. As tabelas abaixo apresentam os cronogramas executivos resumidos e conformes para fornecer uma base analítica, revelando que o método de paredes de concreto é 56% mais rápido em termos cronológicos para a construção de uma unidade habitacional.

| Serviços de Parede de Concreto | | Dias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | | |
| 1 | Infraestrutura | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Instalações elétricas/hidrossanitárias | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Superestrutura | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Cobertura | | | | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Revestimentos | | | | | | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pavimentação | | | | | | | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pintura | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Serviços Complementares | | | | | | | | | | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 1 – Cronograma executivo de paredes de concreto armado moldado *in loco*, para cada unidade habitacional.

Fonte: Próprio Autor

| Serviços alvenaria de vedação em Blocos Cerâmicos | | Dias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | | |
| 1 | Infraestrutura | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 2 | Superestrutura | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| 3 | Cobertura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Instalações elétricas/hidrossanitárias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Revestimentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pavimentação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pintura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Serviços Complementares | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 2 – Cronograma executivo de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, para cada unidade habitacional.

Fonte: Próprio Autor

4. OTIMIZAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

4.1. Paredes de concreto moldadas in loco

Neste trabalho, exploramos um método eficaz, porém ainda em evolução. Nossos estudos revelaram maneiras de aprimorar o processo. Como o método construtivo busca a industrialização e a redução de custos na construção civil, é crucial que todas as etapas estejam alinhadas com esse objetivo.

Durante nossa pesquisa sobre o método de paredes de concreto, também identificamos que um dos principais desafios está na qualificação da mão de obra. Portanto, enfatizamos a importância do treinamento específico para garantir produtividade e qualidade. A excelência no processo construtivo depende de uma equipe qualificada, e a qualificação muitas vezes é oferecida pelas empresas fabricantes de formas, por meio de cursos profissionalizantes.

Ficou estabelecido que a fundação mais adequada para o projeto seria a fundação rasa radier, especialmente vantajosa para residências térreas com solos de boa resistência. O uso do radier beneficia outras fases da construção, como a montagem das formas, pois proporciona uma base nivelada para a instalação. É importante mencionar que todas as etapas das instalações hidrossanitárias devem ser concluídas antes de concretar o radier.

Nossas pesquisas indicam que o concreto auto-adensável é recomendado para esse tipo de construção devido à sua melhor relação água/cimento, comprovada por meio do teste do flow test. Isso é essencial para garantir o preenchimento adequado do concreto ao redor da armadura, evitando bolhas de ar, aumentando a produtividade e reduzindo problemas e retrabalhos.

Observamos que o uso de formas de alumínio oferece várias vantagens em relação a outros materiais. Uma delas é a capacidade de reutilização, que pode chegar a até 25% a mais em comparação com materiais convencionais, como aço e PVC. Com formas de alumínio, a reutilização pode chegar a até 1000 vezes, desde que

sejam devidamente limpas e não submetidas a esforços além do especificado no projeto.

Além disso, as formas de alumínio são mais leves, permitindo que um único trabalhador as manuseie facilmente. Isso acelera o processo de construção no canteiro de obras.

Outra otimização identificada é o uso de um reservatório de água central para abastecer o condomínio, em vez de caixas d'água individuais convencionais. Propomos a construção de um reservatório de aproximadamente 100.000 litros para atender cerca de 50 casas, o que proporciona uma média de 2.000 litros por residência. Isso reduz os custos com formas e elimina a necessidade de lajes individuais para armazenamento de água, além de reduzir o peso da estrutura.

Propomos também o aproveitamento das sobras de concreto para fazer placas pisantes, tanques residenciais, guias, sarjetas e tampas de inspeção e manutenção das redes de esgoto, evitando desperdícios e custos adicionais.

Outra estratégia de otimização é o uso de desmoldantes nas formas, o que resulta em paredes mais retas e com menos imperfeições após o período de cura do concreto. Isso melhora o acabamento tanto na parte externa quanto interna.

No que diz respeito ao acabamento, optamos por usar textura grafiato colorida nas partes externas, proporcionando um acabamento moderno, resistente à infiltração e mais econômico em comparação com os métodos convencionais, como chapisco, reboco, emassamento e pintura.

Concluimos que o sistema de paredes de concreto armado moldado in loco oferece diversas oportunidades de otimização, como as mencionadas anteriormente. Dessa forma, é fundamental realizar uma análise mais aprofundada do sistema, incluindo procedimentos, etapas de execução, controle tecnológico e considerações de cálculo, a fim de ampliar o conhecimento técnico, produtivo, orçamentário e qualitativo.

4.2. Paredes de alvenaria convencional.

Construir uma residência com paredes de alvenaria de blocos cerâmicos não apenas oferece durabilidade e isolamento, mas também proporciona oportunidades significativas de economia de recursos e tempo. Aqui estão aprimoramentos nas dicas para tornar esse processo ainda mais eficiente:

Opte por blocos cerâmicos provenientes de fontes sustentáveis, assegurando não apenas qualidade, mas também a redução do impacto ambiental associado à produção.

Fazer a compra da maior quantidade possível de blocos pode ser uma boa opção na hora de negociar o preço com o fornecedor. Porém deve-se haver um lugar adequado para o armazenamento dos blocos.

O bloco cerâmico pode ser adotado com funções estruturais dispensando o uso de formas na execução de pilares e vigas. Deve-se ressaltar que o dimensionamento da armadura deve ser adequadamente executada antes da construção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do grande déficit habitacional e da crise econômica que o país enfrenta, principalmente após os anos de pandemia, as construtoras se deparam com o desafio de oferecer conjuntos habitacionais de qualidade, com execução rápida e custos reduzidos.

Este trabalho surge como resposta a esse desafio, considerando o persistente déficit habitacional no Brasil no século 21 e o alto custo associado à implantação de conjuntos habitacionais. Com o intuito de enfrentar essas questões, conduzimos pesquisas detalhadas sobre o método construtivo conhecido como "Paredes de concreto armado moldadas in loco", já utilizado por vários empreendimentos e construtoras. Nosso objetivo foi aprofundar a análise da relação custo-benefício e buscar alternativas de otimização para reduzir os custos na construção, além de adquirir um conhecimento mais profundo desse sistema e compará-lo aos métodos construtivos convencionais. Isso permitiria esclarecer seu processo e promover um entendimento mais abrangente.

Ao comparar os dois sistemas, ficou evidente que a grande vantagem das paredes de concreto se deve à sua execução mais industrializada, com processos bem definidos e equipes dedicadas a cada tipo de serviço. Isso resultou em maior produtividade e economia significativa de tempo na execução.

Resumidamente, o sistema de paredes de concreto armado moldado in loco demonstrou ser competitivo e vantajoso em relação aos métodos convencionais, com uma redução de custos de até impressionantes 9% (considerando a aquisição das formas) e uma aceleração de 56% no cronograma (especialmente no tempo de conclusão da construção, que é praticamente metade dos sistemas construtivos mais tradicionais), quando comparado ao sistema de vedação com blocos cerâmicos. Um fator adicional identificado foi a qualidade do serviço final, que, quando bem executado, apresenta um alto padrão, algo não tão comum nos conjuntos habitacionais governamentais. Isso possibilita elevar a qualidade das habitações, ampliar o tamanho das residências e melhorar o padrão das casas populares, oferecendo maior conforto aos moradores, mesmo em habitações de baixa renda.

Em tempos de crise econômica que afeta muitos brasileiros e com programas de financiamento de habitação popular disponíveis, como o PMCMV, o sistema de paredes de concreto se mostra altamente competitivo e eficiente em relação à alvenaria convencional. Além disso, é uma opção de construção mais sustentável, causando menor impacto ambiental, o que é um fator decisivo nos dias de hoje.

Concluimos que, quando executado adequadamente e com mão de obra qualificada, com um foco particular na otimização, esse método se torna muito mais eficaz, possibilitando a criação de conjuntos habitacionais com custos reduzidos, alta qualidade e um tempo de execução recorde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARESTO ARQUITETURA. Diferença entre alvenaria estrutural e convencional. Disponível em: (<http://www.arestoarquitetura.com.br/blog/construcao/diferenca-entre-alvenaria-estrutural-e-convencional/>) . Acesso em: 29 de Junho de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122 – Projeto e execução de fundações: Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055 - Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 35 páginas, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013 – Norma de Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8545 – Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

AZEVEDO, HÉLIO ALVES DE. O edifício até sua cobertura. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.125p.

BRAGUIM, T. C. Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local. Universidade de São Paulo. 227 páginas, 2013.

CAPUTO, H. P Mecânica dos solos e suas aplicações, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1982.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique. Tensão Admissível em Fundações Diretas. São Carlos: RiMa, 2003. 142 p.

CÓDIGO DE PRATICAS, nº 1. Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos, 2009. Disponível em: < <https://www.scribd.com/doc/54160419/Codigo-de-Praticas-n-01-ALVENARIA>> Acesso em: 26 de Agosto de 2023.

D2R Engenharia e Construções. Vedações Verticais (<http://www.d2reengenharia.com.br/vedacoes-verticais.php>). Acesso em: 20 de Agosto de 2023.

FARIA, RENATO. Fôrmas metálicas convencionais, painéis em alumínio e em aço são opções oferecidas para execução de paredes de concreto. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/143/artigo286570-3.aspx> . Edição 143 – Fevereiro/2009. Acesso em: 07 de setembro de 2023

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Déficit Habitacional no Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 26 de Agosto de 2023.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Déficit Habitacional no Brasil (Dados Preliminares), 2013. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil-dados-preliminares>>. Acesso em 26 de Agosto de 2023.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social / Antônio Carlos Gil. 6. Ed. – 5. Reimpr. - São Paulo: Atlas, 2012.

GÓES, P. BRUNO. Paredes de concreto, estudo do sistema adotado em prédios de habitações populares. Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2013.

GODOY, ARILDA S. Refletindo Sobre Critérios de Qualidade da Pesquisa Qualitativa. Gestão.Org, v. 3, n. 2, p. 10. Mai. / Ago. 2005. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br>>. Acesso em: 10 Junho. 2023

Melo, Manoel. Composição de preços unitários de Alvenaria de Blocos Cerâmicos compentada passo a passo. Disponível em: (<http://comofazerorcamentodeobra.blogspot.com.br/2016/03/composicao-de-precos-unitarios-de.html>) Acesso em: 01 de Outubro de 2023.

MILITO, JOSÉ ANTÔNIO DE. Técnicas de Construção civil e Construção de Edifícios. Apostila do curso de Técnicas das Construções Civis e Construções de Edifícios da Faculdade de Ciências Tecnológicas da PUC-Campinas e Faculdade de Engenharia de Sorocaba. São Paulo, 296p. 2004.

MISURELLI, H.; **MASSUDA**, C. Paredes de concreto. Técnica, São Paulo, n. 147, Junho 2009.

NASCIMENTO, D. M.; **BRAGA**, R. C. D. Q. Déficit habitacional: um problema a ser resolvido ou uma lição a ser aprendida?. Risco, São Paulo, Janeiro 2009. 11.

PANDOLFO, A. Edificações com paredes de concreto. Técnica, São Paulo, n. 118, Janeiro 2007.

PAULUZZI BLOCOS CERÂMICOS. Norma de desempenho ABNT NBR 15575:2013. Disponível em: (<http://www.pauluzzi.com.br/norma-nbr-15575-norma-de-desempenho.php>) . Acesso em: 05 de julho de 2023.

PEREIRA, Caio. Alvenaria de Vedação – Vantagens e Desvantagens. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 8 de agosto de 2023.

RAZERA, J. Avaliação comparativa dos custos de produção e aplicação de concretos auto-adensável e convencional. Monografia (Especialização em Projeto de Estruturas) - Universidade de Tecnologia Federal do Paraná (UTFPR). Toledo, 64 páginas, 2012.

SILVA, FERNANDO BENIGNO. Paredes de concreto armado moldadas in loco. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>. Acesso em: 07 de setembro de 2023.

UNAMA - UNIVERSIDADE DO AMAZONAS. Alvenaria de Vedação. Belém, 2009. Disponível em: >. Acesso em: 31 de Setembro de 2023.

VALIN JR, M. D. O.; LIMA, S. M. D. Influência do clima tropical na cura do concreto. 2ª jornada da produção científica da educação profissional e tecnológica da região centro-oeste, Cuiabá, Outubro, 2008.

VENTURINI, JAMILA. Casas com paredes de concreto. Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em: < <http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/37/artigo220698-2.asp>. Acesso em: 02 de Agosto de 2023.